

土工・舗装・トンネルの維持管理の 現状と今後の展望

真下英人



1. はじめに

高度経済成長期以降に集中的に整備された社会資本の老朽化が全国的に深刻な問題となってきた。道路分野では昨年12月に発生した中央自動車道笹子トンネル事故等を受けて設置された社会資本整備審議会道路分科会道路メンテナンス技術小委員会において、道路の維持管理に関する技術基準類やその運用状況を総点検し、道路構造物の適切な管理のための基準類のあり方について調査・検討がなされ、本年6月に中間とりまとめ「道路のメンテナンスサイクルの構築に向けて」が出された。この中で安全・安心等を確保するため、点検→診断→措置→記録→（次の点検）の業務サイクルを通して、長寿命化計画等の内容を充実し、予防的な保全を進めるメンテナンスサイクルの構築を図るべきとされた。

厳しい財政状況の下、今後、これらメンテナンスサイクルをどのように実施していくかは喫緊の課題であり、効率的かつ効果的な実施には新しい技術の開発や活用が必要となる。本稿では、道路構造物のうち、土工・舗装・トンネルの維持管理に関する現状と今後の展望について紹介する。

2. 土工・舗装・トンネルの維持管理の現状

メンテナンスサイクルの実施には、点検、診断、措置（対策）、記録の一連の業務を実施するための技術が必要となる。ここでは、土工・舗装・トンネルで現在行われている維持管理の内容について概説する。なお、点検は、日常点検、定期点検、異常時点検に分類されるが、本稿では最も詳細に構造物の状態を調べる定期点検について紹介する。

2.1 土工構造物等

点検の対象は、切土のり面・自然斜面、グラウンドアンカー、盛土、カルバート、擁壁、ロックシェッド・スノーシェッド、その他の落石防護施設・落石予防施設・雪崩対策施設としている。点

検の方法は、路上からの目視、近接目視、触診や打音検査により、盛土の崩落、擁壁目地部からの盛土材の流出、切土のり面の変状など土工構造物等の不安定化の兆候、盛土部や擁壁の排水施設の閉塞、のり面上部の亀裂などの把握を行っている。土工構造物等は劣化のメカニズムや健全性の判定に関する技術的な蓄積が不足している分野であることから、点検は災害の予兆を把握することに主眼を置いている。点検により予兆を発見した個所については、必要に応じて詳細調査を実施する。

診断は、点検により把握された土工構造物等の変状の部位、進行状況、周辺環境等を勘案して、詳細調査の結果なども加味して道路利用者に対する安全性および土工構造の安定性の観点から総合的に対策の必要性、対策の緊急度を判定している。対策は、変状が発生した構造物本体の補修・補強に加えて土工構造物等の変状が地盤の変状や水の浸透による影響が原因となっている場合は地盤の変状対策や排水対策を行っている。自然斜面等では、ハード対策に加えて降雨量や変異を監視するモニタリングも併用される。

2.2 舗装

点検の対象は、わだち掘れ量や縦断凹凸、ひび割れ率などの路面性状とコンクリート舗装の目地等の状況、路面の陥没状況などとしている。点検の方法は、わだち掘れ量や縦断凹凸、ひび割れ率といった路面性状については測定機器または目視により、コンクリート舗装の目地等の状況については主に目視により変状の把握を行っている。なお、直轄管理の国道では路面性状測定車が用いられており、わだち掘れおよび縦断凹凸はレーザーセンサー、路面のひび割れはカメラにより測定されている。また、路面の陥没状況については探査機器等または目視により変状の把握が行われており、探査機器においては電磁波などが活用されている。診断は、構造的健全性（構造的な耐久性）と路面性能（道路利用者および沿道住民の安全性、快適性等）の確保の観点から行われる。このうち、構造的健全性については、路面性状のひび割れと

(独) 土木研究所つくば中央研究所道路技術研究グループ長

コンクリート舗装の目地等の状況、路面性能についてはわだち掘れおよび縦断凹凸の評価から総合的に判定している。また、路面下の空洞については、目視の場合は路面に生じた陥没等の変状の状況、探査機器を用いた場合は空洞の位置や大きさなどからその危険度を判定している。対策は、路面性能の回復を目的とした維持と舗装構造の修復を目的とした修繕が、劣化の程度や範囲に応じて実施されている。

2.3 トンネル

点検の対象はトンネル構造を構成する覆工コンクリートと換気施設、照明施設、標識などの附属物の取付状態としている。点検は、覆工コンクリートについては、近接目視により覆工表面に発生するひび割れを、人力による打音検査により浮き・はく離、覆工内部の欠陥を検出しているが、ひび割れについては、最近ではCCDカメラやレーザービームなどの光学機器を利用した方法が導入されてきている。また、附属物の取付状態は、近接目視、打音、触診が中心となっている。診断は、点検から得られたひび割れ、浮き・はく離などに関する情報や必要に応じて実施する調査から得られる地質、覆工厚さ、背面空洞の有無などの情報をもとに、道路利用者の安全性およびトンネル構造の安定性の観点から、対策の必要性、対策の緊急度を判定している。対策は、変状原因が材料劣化や施工に起因する場合は、利用者被害の防止を目的としたはく落防止対策、漏水対策、取付金具類の不具合対策が、変状原因が外力の作用による場合はこれらの対策に加えて覆工の耐荷力を向上させる対策あるいは外力の作用を軽減させる対策が、変状の程度、範囲などを考慮して実施されている。

3. 今後の展望

土工・舗装・トンネルともにメンテナンスサイクルの実施に必要な一定レベルの技術は整っている。しかし、限られた予算で全国の土工・舗装・トンネルを対象にメンテナンスサイクルを実施して行くには、維持管理作業のさらなる効率化、低廉化を図るための技術開発が必要となる。

点検については、一部機械化されているものがあるが、大部分は目視に頼っているのが現状であり、点検の効率化を図るためには、点検作業の機

械化、非破壊試験技術の導入が必要になる。具体的には、のり面構造物、グラウンドアンカーへの非破壊試験の導入、舗装の路面性状、路面下空洞調査手法の高度化、低廉化、光学機器によるトンネル覆工の浮き・はく離の検出などが挙げられる。

診断については、土工構造物およびトンネルは、変状に対する評価が難しく、発見された変状状態から点検者の経験により判断することが多い。点検者の経験に頼らなくても的確な診断が行えるように、変状の発生メカニズムに関する技術的知見、既存の変状事例を活用して、変状の発生原因と構造物が保持している性能を的確に評価できる診断手法の確立が必要となる。舗装は、交通荷重の繰り返しにより支持力が低下し、舗装構造全体が劣化していくが、舗装構造の劣化状態は路面性状だけでは評価できないため、路面性状とは別の健全度の評価手法の確立が望まれる。

対策については、経済的に短期間で補修・補強する技術の開発が望まれる。具体的には、補強土壁構造物・のり面の補強技術、簡易な舗装の維持修繕技術、耐久性に優れたトンネルのはく落・漏水対策などが挙げられる。また、限られた予算で効果的に対策を行うためには、対策箇所の重点化と変状状況に適した補修・補強工の選定が重要となる。このためには、変状事例を分析し、工学的根拠に基づいて対策が急がれる変状箇所を抽出し、変状状態に適した対策工を選定する手法の確立が必要となる。さらには、劣化予測が可能なものについては構造物の将来的な劣化予測を行い、LCC(ライフサイクルコスト)を考慮して、対策の最適な実施時期を求める手法の開発も望まれる。

記録については、各道路管理者が保存している点検・診断結果、補修履歴などをデータベースとして構築し、維持管理業務に活用する他、対策工の効果や耐久性の検証、劣化予測モデルの構築などの技術的知見の蓄積に活用することが望まれる。

4. おわりに

開発した技術は現場で使えることが重要であり、そのためには現場を活用した試行と産官学が一体となった取り組みが必要である。また、メンテナンスサイクルを着実に実施して行くには、技術開発だけではなく、技術を使える技術者の育成にも重点的に取り組んでいかなければならない。